

UJI EFEKTIVITAS NEMATODA ENTOMOPATOGEN (RHABDITIDA: *Steinernema* DAN *Heterorhabditis*) SEBAGAI MUSUH ALAMI NON-ENDEMIK PENGGEREK BATANG PADI KUNING (*Scirpophaga incertulas*)

Chaerani¹ dan Bebet Nurbaeti²

ABSTRACT

Efficacy Tests of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: *Steinernema* dan *Heterorhabditis*) as Non-endemic Natural Enemies of Yellow Rice stem Borer (*Scirpophaga incertulas*). Yellow rice stem borer (*Scirpophaga incertulas*) is a chronic insect pests of irrigated rice and difficult to control. Entomopathogenic nematodes from the genus *Steinernema* and *Heterorhabditis* are promising biological control agents for this pest as their infective juveniles (IJs) are capable of seeking and infecting insect living in moist, cryptic habitat such as galleries created by stem borer larvae. Thirteen indigenous and exotic *Steinernema* and *Heterorhabditis* sprayed to rice seedlings in laboratory with nematodes at concentrations of 0.5 or 2.0×10^4 IJs ml⁻¹ water caused larval mortality between 7–93%. Further test in greenhouse on nematodes that had >50% efficacy showed that an indigenous isolate, *H. indicus* INA H17, was the most effective among the tested nematodes in killing larvae or pupae (78%). Reduction in plant damage caused by the insects could not be demonstrated as the trials was limited to potted plants. The survival ability of nematodes on rice plants was evaluated by using INA H4 as an example. A low percentage of INA H4 IJs (0.5%) persisted in inner leaf sheath until 7 days post application, while IJs on leaf surface and outer leaf sheath survived only until 2 and 48 hours post application, respectively. Improvement of application strategies including repeated spray, addition of antidesiccant and adjustment of spray volume and application at damage threshold or plant critical period are deemed necessary to enhance nematode efficacy and reduce plant damage in the field.

Key words: entomopathogenic nematodes, yellow rice stem borer, biological control

PENDAHULUAN

Diantara enam jenis penggerek batang padi yang dikenal di Indonesia, penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*) merupakan spesies yang paling dominan (Soejitno, 1991). Imago meletakkan telur di daun. Segera setelah menetas larvanya menggerek ke dalam batang masuk dari pelepah daun, kemudian hidup hingga menjadi pupa di dalam batang dengan memakan jaringan dalam batang (Khan *et al.*, 1991). Bila serangan terjadi pada stadia vegetatif, tunas yang sedang tumbuh menjadi kering, coklat dan gagal membuka; gejalanya dikenal sebagai 'sundep'. Serangan pada fase generatif menimbulkan kehilangan hasil yang besar karena gerakan larva menyebabkan terpotongnya pangkal malai sehingga gabah menjadi hampa. Bulir gabah yang hampa tampak berwarna putih dan gejalanya disebut 'beluk' (Soejitno, 1991).

Serangan penggerek batang efektif dikendalikan dengan penaburan karbofuran, insektisida anjuran bersifat sistemik, akan tetapi penggunaannya yang tidak bijaksana telah menimbulkan resistensi pada

penggerek batang padi putih (*Scirpophaga innotata*) di beberapa wilayah pantai utara Jawa Barat (Soejitno *et al.*, 1994). Cara lain yang dilakukan petani adalah menggenangi singgang untuk mematikan larva dan pupa namun cara ini tidak efektif karena lubang gerakan tertutup oleh jalinan benang sutera yang tidak tembus air (Khan *et al.* 1991). Feromon seks sintetik dapat menjadi cara pengendalian yang efektif namun hingga kini belum tersedia di pasaran (Hendarsih & Usyati, 1999).

Pengendalian secara hayati dengan musuh alami aman terhadap lingkungan dan tidak menimbulkan resistensi serangga. Salah satu jenis musuh alami yang non-endemik di pertanian padi adalah nematoda dari genus *Steinernema* dan *Heterorhabditis* (Rhabditida: Steinernematidae dan Heterorhabditidae). Kedua genus dapat menjadi agen pengendalian hayati yang efektif untuk PBPK karena mempunyai banyak keunggulan. Stadia infektifnya, yaitu juvenil instar-3 atau biasa disebut juvenil infektif (JI), memiliki hampir semua karakter yang diperlukan sebagai musuh alami yang ideal, antara lain: mampu mencari serangga di dalam tanah atau di

¹Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen), Jl. Tentara Pelajar No. 3A Bogor 16111, Tel. 0251-337975, 339793, Fax. 0251-338820, e-mail: r.chaerani@yahoo.com

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, Jl. Kayu Ambon No. 80 Lembang 40391

dalam habitat tersembunyi (*cryptic habitat*), mempunyai virulensi dan daya reproduksi tinggi, menyebabkan kematian serangga <48 jam sehingga dapat membatasi aktivitas makan serangga dan mencegah kerusakan lebih lanjut, dan dapat dikembangkan pada serangga ataupun media buatan dengan biaya relatif murah (Kaya & Gaugler, 1993). Kemampuan patogeniknya diperoleh dari simbiosis mutualistik dengan bakteri *Xenorhabdus* spp. atau *Photorhabdus* spp. yang sel-selnya tersimpan dalam saluran pencernaan JI (Kaya & Gaugler, 1993). Kompleks nematoda–bakteri ini menyebabkan kematian serangga dengan cara meracuni darah (*septicemia*). Aplikasi nematoda entomopatogen (NE) di alam tidak berdampak negatif terhadap jasad bukan sasaran termasuk serangga-serangga berguna, vertebrata dan manusia (Boemare *et al.*, 1996).

Uji efektivitas NE terhadap hama-hama yang hidup di permukaan tanah dalam habitat tersembunyi telah banyak dilaporkan, antara lain di luar negeri yaitu terhadap penggerek batang padi (Rao & Rao, 1980) dan penggerek batang Mexico (*Eoreuma loftini*) pada jagung (Ring & Browning, 1990), dan di Indonesia yaitu terhadap *Plutella xylostella* pada kubis (Lisnawita *et al.*, 2000) dan pengorok daun *Lyriomyza huidobrensis* pada krisan (Yulensri *et al.*, 2001). Serangga yang hidup dalam habitat demikian sulit dijangkau oleh kebanyakan insektisida sehingga lebih efektif dikendalikan dengan NE (Begley, 1990; Jansson *et al.*, 1990; Lisnawita *et al.*, 2000; Yulensri *et al.*, 2001).

Penelitian ini bertujuan mendapatkan NE yang potensial mengendalikan penggerek batang padi kuning. Sejumlah NE asal Indonesia dan introduksi ditapis di laboratorium dan rumah kaca secara *in planta*.

METODE PENELITIAN

Serangga Uji dan Tanaman Padi

Ngengat PBPK hasil tangkapan di Leuwiliang (Bogor), dilepas pada tanaman padi dalam pot yang telah disungkup dengan plastik *mylar* berkasa. Ngengat dibiarkan bertelur kemudian kelompok telurnya diletakkan pada cawan petri dan dibiarkan menetas. Sepuluh atau 20 ekor larva instar-1 (L-1) diinfestasikan pada tanaman padi varietas IR64 berumur 30 hari setelah tebar (HST) yang ditanam

dalam gelas plastik bervolume 240 ml dan pada tanaman padi IR64 berumur 60 HST yang ditanam pada pot berupa ember plastik bergaris tengah 25 cm. Tanaman disungkup dengan plastik *mylar* berkasa selama seminggu sebelum diperlakukan dengan nematoda.

Pembiakan Nematoda Entomopatogen

NE yang diuji terdiri dari isolat Indonesia koleksi BB-Biogen (Griffin *et al.*, 2000; Chaerani *et al.*, 2007) dan introduksi. NE diperbanyak pada larva *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) menggunakan metode infeksi kertas saring yang dirancang untuk skala massal (Chaerani & Griffin, 2007). JI dipanen setiap dua hari sekali kemudian disimpan dalam air dalam cawan-cawan Petri berdiameter 15 cm. Cawan-cawan Petri ini diletakkan di dalam inkubator bersuhu 10°C (Sanyo MIR-151). Umur simpan JI pada saat digunakan dalam percobaan tidak lebih dari 3 minggu.

Efikasi Nematoda Entomopatogen

Uji di Laboratorium. Tanaman muda dalam gelas plastik (240 ml) yang telah diinfestasi dengan 10 ekor L-1 disemprot dengan JI yang telah disuspensikan dalam air ditambah dengan bahan perata Triton X-100 (Sigma®) sebanyak 0.1% (v/v). Sebagian besar nematoda diaplikasikan pada konsentrasi 2.0×10^4 JI ml⁻¹ air, sedangkan *S. glaseri* pada 0.5×10^4 JI ml⁻¹ air karena tidak diperoleh jumlah JI yang cukup. Penyemprotan menggunakan alat semprot tangan (Tudor®). Tanaman yang disemprot dengan air saja dan dengan air ditambah 0.1% Triton X-100 digunakan sebagai pembanding. Kematian larva diamati seminggu kemudian. Larva yang mati terinfeksi oleh *Heterorhabditis* berwarna coklat kemerahan dan berpendar dalam keadaan gelap sedangkan yang terinfeksi oleh *Steinernema* berwarna krem kehijauan. Untuk memastikan penyebab kematian larva yang menunjukkan gejala kematian tidak khas dibedah di bawah mikroskop stereo dengan perbesaran 30–60×. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 8 ulangan.

Uji di rumah kaca. Nematoda yang dapat mematikan >50% larva pada uji laboratorium diuji lanjut di

rumah kaca. Tanaman padi yang ditanam dalam ember dan telah diinfestasi dengan 20 ekor L-1 seminggu sebelumnya disemprot dengan suspensi nematoda dalam air ditambah dengan bahan perata Triton X-100 sebanyak 0.1% (v/v). Penyemprotan dilakukan setelah pukul 16.00 menggunakan alat semprot bertekanan (Hozelock® berkapasitas 1.5 l). Tanaman yang disemprot dengan air saja dan dengan air ditambah 0.1% Triton X-100 digunakan sebagai pembandingan.

Percobaan dilaksanakan dua kali. Pada percobaan Rumah Kaca I (RK I) nematoda diaplikasikan pada konsentrasi 2.0×10^4 JI ml^{-1} air. Penyemprotan diulangi seminggu kemudian, kecuali untuk *S. carpocapsae* #25, yang hanya diaplikasikan satu kali karena terbatasnya jumlah JI yang diproduksi. Tujuh hari setelah aplikasi (HSA) NE yang kedua dilakukan pembelahan batang untuk pengamatan 1) persentase kematian PBPK, dan 2) persentase kerusakan batang tanaman (gejala sundep dan batang tergerek). Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 10 ulangan.

Percobaan RK II pada dasarnya sama dengan RK I tetapi sedikit dimodifikasi yaitu 1) tidak semua NE dapat diaplikasikan, 2) nematoda diaplikasikan pada konsentrasi 2.0×10^4 JI ml^{-1} air, kecuali *S. carpocapsae* #25 pada 1.0×10^4 JI ml^{-1} air, 3) percobaan dilaksanakan hanya dalam 5 ulangan karena jumlah JI yang terbatas, dan 4) tanaman disemprot dengan air setiap hari mulai satu hari setelah aplikasi nematoda hingga sehari sebelum pengamatan untuk mempertahankan kelembaban batang. Hal ini dilakukan karena pada RK I tingkat kematian <15%, kemungkinan karena pelepah batang bagian dalam terlalu kering (lihat Hasil dan Pembahasan).

Daya Bertahan Nematoda Entomopatogen pada Tanaman Padi

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui lama kemampuan dan lokasi bertahan JI pada tanaman padi. Untuk itu salah satu NE, *H. indicus* INA H4, dengan konsentrasi 2.0×10^4 JI ml^{-1} air ditambah dengan 0.1% Triton X-100 (v/v) disemprotkan pada lima tanaman padi berumur 60 HST yang ditanam dalam ember di rumah kaca. Satu jam setelah penyemprotan dilakukan pengambilan sampel JI dari permukaan daun, pelepah batang bagian luar dan pelepah batang bagian dalam. Untuk itu spons berukuran 1 cm^3 yang telah dibasahi

diusapkan pada masing-masing permukaan daun dan pelepah batang bagian luar dari satu batang terpilih per pot. Spons kemudian direndam dalam *syracuse* berisi air selama satu malam untuk memberi kesempatan semua JI yang terperangkap dalam pori-pori spons keluar. Batang terpilih tersebut kemudian dipotong pada batas permukaan air dan selanjutnya dipotong-potong sepanjang 1 cm. Potongan batang direndam semalam dalam *syracuse* berisi air untuk mengeluarkan JI yang berada di dalam batang. Air rendaman spons dan batang diamati di bawah mikroskop stereo perbesaran 30–60× untuk pengamatan persentase JI yang hidup. JI dianggap hidup apabila bergerak setelah disentuh dengan ujung jarum. Tenggang waktu antara perendaman sampel spons dan batang hingga pengamatan diasumsikan tidak berpengaruh terhadap laju mortalitas JI. Pengambilan sampel berikutnya dilakukan setiap 24 jam hingga hari ke-7 setelah penyemprotan.

Analisis statistika

Data kematian larva PBPK dianalisis menggunakan prosedur ANOVA dari GenStat® 6 (Payne *et al.*, 2002). Sebelum dianalisis data ditransformasi ke dalam arcsin $\sqrt{(Y/100)}$ untuk menstabilkan keragaman. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada $P=0.05$ digunakan untuk membedakan rata-rata antar perlakuan nematoda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efikasi Nematoda Entomopatogen di Laboratorium

Perbedaan antar NE dalam menyebabkan kematian larva sangat nyata ($P<0.01$). Sebagian besar *Heterorhabditis* spp. lebih efektif dibandingkan dengan sebagian besar *Steinernema*, dengan menyebabkan kematian larva >50% (Tabel 1). Pengecualian terlihat pada *H. indicus* P2M dan *S. carpocapsae* #25. Dibandingkan dengan *Heterorhabditis* lainnya P2M hanya mampu menyebabkan kematian PBPK sebesar 31%. Sementara itu *S. carpocapsae* #25 adalah yang paling efektif di antara *Steinernema* lainnya dengan menyebabkan kematian hampir 60% larva.

Efektivitas *Heterorhabditis* yang pada umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan *Steinernema* juga telah dilaporkan sebelumnya (misalnya Bedding & Miller, 1981; Molyneux *et al.*,

1983; Georgis & Poinar, 1984; Mannion & Jansson, 1993b; Chaerani & Waluyo, 1996). Mobilitas dan infektivitas *Heterorhabditis* dilaporkan lebih baik dibandingkan dengan kebanyakan *Steinernema* (Schroeder & Beavers, 1987; Mannion & Jansson, 1993a). Sementara itu *S. carpocapsae*, spesies *Steinernema* yang mempunyai ukuran tubuh yang mirip dengan kebanyakan *Heterorhabditis* spp. merupakan nematoda yang efektif terhadap berbagai serangga hama sehingga beberapa *strainnya* telah dikomersialkan, (Kaya & Gaugler, 1993).

Efikasi Nematoda Entomopatogen di Rumah Kaca

NE yang memperlihatkan efektivitas >50% pada percobaan di laboratorium diuji kembali di rumah kaca. Repetisi percobaan terlihat berpengaruh nyata ($P<0.01$) sehingga data percobaan RK I dan II dianalisis secara terpisah. Pada kedua percobaan aplikasi NE berpengaruh nyata terhadap kematian PBPK ($P=0.018$ untuk RK I dan $P=0.005$ untuk RK II), tetapi tidak mampu mengurangi terjadinya gejala sundep ($P=0.837$ untuk RK I dan $P=0.736$ untuk RK II). Stadia larva dan pupa keduanya dapat terinfeksi oleh nematoda.

Pada RK I persentase kematian PBPK terlihat lebih rendah dibandingkan dengan yang terdapat pada

RK II (Tabel 1). Penyemprotan air pasca aplikasi nematoda pada RK II berhasil meningkatkan persentase kematian serangga. Akan tetapi pengaruh positif dari perlakuan pasca penyemprotan ini tidak berlaku untuk semua NE karena korelasi antara kedua percobaan rumah kaca tidak nyata ($r^2=0.046$; $t=0.62$; $P>0.05$).

Persentase kematian PBPK pada kedua percobaan rumah kaca jauh lebih rendah dibandingkan dengan yang terjadi di laboratorium. Korelasi antara tingkat kematian PBPK antara percobaan RK I dengan laboratorium dan RK II dengan laboratorium juga tidak nyata; r^2 berturut-turut 0.002 ($t = -0.151$; $P>0.05$) dan 0.020 ($t = -0.399$; $P>0.05$). Penurunan efektivitas NE yang besar di rumah kaca dibandingkan dengan di laboratorium dapat diakibatkan oleh desikasi yang cepat ditambah oleh radiasi surya dan paparan suhu yang cenderung tinggi pada tanaman rumah kaca. Hal ini dapat dimengerti karena habitat alami NE adalah tanah sehingga prasyarat utama kondisi optimum agar NE dapat menginfeksi, yaitu kelembaban relatif >90% dan tersedianya lapisan air bebas, harus ada pada permukaan tanaman untuk membantu nematoda mencapai lubang gerek (Begley, 1990).

Untuk mengetahui nematoda yang paling efektif

Tabel 1. Efektivitas *Heterorhabditis* dan *Steinernema* terhadap penggerek batang padi kuning di laboratorium

Nematoda	Sumber ¹ ($\times 10^4$ JI ml ⁻¹ air) ²	Konsentrasi aplikasi (%) ³	Kematian larva
<i>H. indicus</i> INA H3	1	2,0	98,2 a
<i>H. indicus</i> INA H4	1	2,0	88,5 ab
<i>H. bacteriophora</i> EU222	3	2,0	79,5 ab
<i>H. bacteriophora</i> HP88	3	2,0	69,1 a-c
<i>H. indicus</i> INA H1	1	2,0	62,9 a-d
<i>S. carpocapsae</i> #25	2	2,0	59,7 a-d
<i>H. indicus</i> INA H17	1	2,0	54,2 a-d
<i>H. indicus</i> P2M	3	2,0	30,9 b-d
<i>Steinernema</i> INA S21	1	2,0	14,6 cd
<i>S. glaseri</i>	3	2,0	14,6 cd
<i>Steinernema</i> INA S14	1	0,5	14,6 cd
<i>Steinernema</i> MACAU	3	2,0	14,6 cd
<i>Steinernema</i> INA S3	1	2,0	7,3 d
Triton X-100 (0.1%)	-	-	0,0 d
Air	-	-	0,00 d

¹1=BB-Biogen (isolat Indonesia), 2=Biosys, Inc., 3=National University of Ireland.

²Ditambah bahan perata (0.1% Triton X-100).

³Rata-rata dari 8 ulangan. Hasil transformasi balik dari $\arcsin \sqrt{(Y/100)}$.

dilakukan penghitungan rata-rata keseluruhan dari kedua percobaan dengan cara memboboti rata-rata (*weighted mean*) kematian PBPK untuk tiap perlakuan dari masing-masing percobaan dengan nilai keragaman (Kearsey & Pooni, 1996). Dari rata-rata kematian terboboti terlihat bahwa *H. indicus* INAH17 merupakan nematoda yang paling efektif pada kondisi rumah kaca (78%), sementara nematoda yang lain hanya mampu menyebabkan kematian PBPK <10% (Tabel 2).

Keragaman dalam efektivitas di antara dan dalam spesies nematoda (antar *strain* atau isolat) timbul sebagai hasil adaptasi terhadap lingkungan dan serangga inang alaminya. Oleh karena itu untuk mendapatkan nematoda yang sesuai terhadap suatu jenis serangga beberapa spesies, isolat dan *strain* perlu

ditapis sekaligus. Sebagai contoh keberhasilan penggunaan NE ialah aplikasi *strain H. bacteriophora* dan *S. carpocapsae* yang tepat dapat menurunkan kepadatan populasi hama lanas (*Cylas formicarius*) pada ubi jalar dan kerusakan umbi di lapang (Jansson *et al.*, 1990). Sementara itu Ring & Browning (1990) mendapatkan *S. carpocapsae* strain 'All' yang dapat membunuh 83% larva penggerek batang Mexico (*Eoreuma loftini*) setelah membandingkan efektivitas tiga spesies NE. Sebaliknya penggunaan *strain* nematoda yang tidak sesuai diduga telah menjadi penyebab rendahnya efektivitas *S. carpocapsae* DD-136 terhadap penggerek padi kepala hitam (Rao *et al.*, 1971) dan gagalnya pengendalian kumbang Jepang *Popilia japonica* di lapang (Georgis & Gaugler 1991).

Aplikasi NE, walaupun efektif mematikan

Tabel 2. Efektivitas *Heterorhabditis* dan *Steinernema* terhadap penggerek batang padi kuning di rumah kaca

Nematoda	Percobaan I			Percobaan II			Rata-rata kematian terboboti (%) ⁴
	Konsentrasi aplikasi ($\times 10^4$ JI ml ⁻¹ air) ¹	Gejala sundep (%)	Kematian serangga (%) ²	Konsentrasi aplikasi ($\times 10^4$ JI ml ⁻¹ air) ¹	Gejala sundep (%)	Kematian serangga (%) ³	
<i>H. indicus</i> INA H17	2,0	29,9	3,5b	2,0	25,1	9,12a	78,1
<i>S. carpocapsae</i> #25	2,0	30,0	13,3a	1,0	26,5	4,3de	8,7
<i>H. indicus</i> INA H3	2,0	36,7	3,5b	2,0	26,7	51,9bc	6,1
<i>H. indicus</i> INA H1	2,0	40,1	1,7bc	2,0	24,7	42,9b-d	2,9
<i>H. bacteriophora</i> EU222	2,0	33,9	0,1bc	2,0	31,9	55,1b	0,4
<i>H. bacteriophora</i> HP88	2,0	34,0	0,5bc	NT	NT	NT	0,5
<i>H. indicus</i> INA H4	2,0	32,9	0,4bc	2,0	17,3	20,6b-e	0,5
Kontrol (Triton X-100 0.1%)	-	30,7	0,0c	-	27,2	4,3c-e	4,3
Kontrol (air)	-	31,3	0,0c	-	30,4	0,0e	0,0

¹Ditambah bahan perata (0.1% Triton X-100).

²Rata-rata dari 10 ulangan; hasil transformasi balik dari arcsin $\sqrt{(Y/100)}$. Nematoda diaplikasikan dua kali dengan selang waktu 7 hari.

³Rata-rata dari 5 ulangan; hasil transformasi balik dari arcsin $\sqrt{(Y/100)}$. Kecuali *S. carpocapsae* #25, semua nematoda diaplikasikan dua kali dengan selang waktu seminggu.

⁴Dihitung menggunakan rumus: $\sum(Y_i/s_i^2)/\sum(1/s_i^2)$, dimana Y adalah rata-rata kematian serangga dan s^2 adalah keragaman.

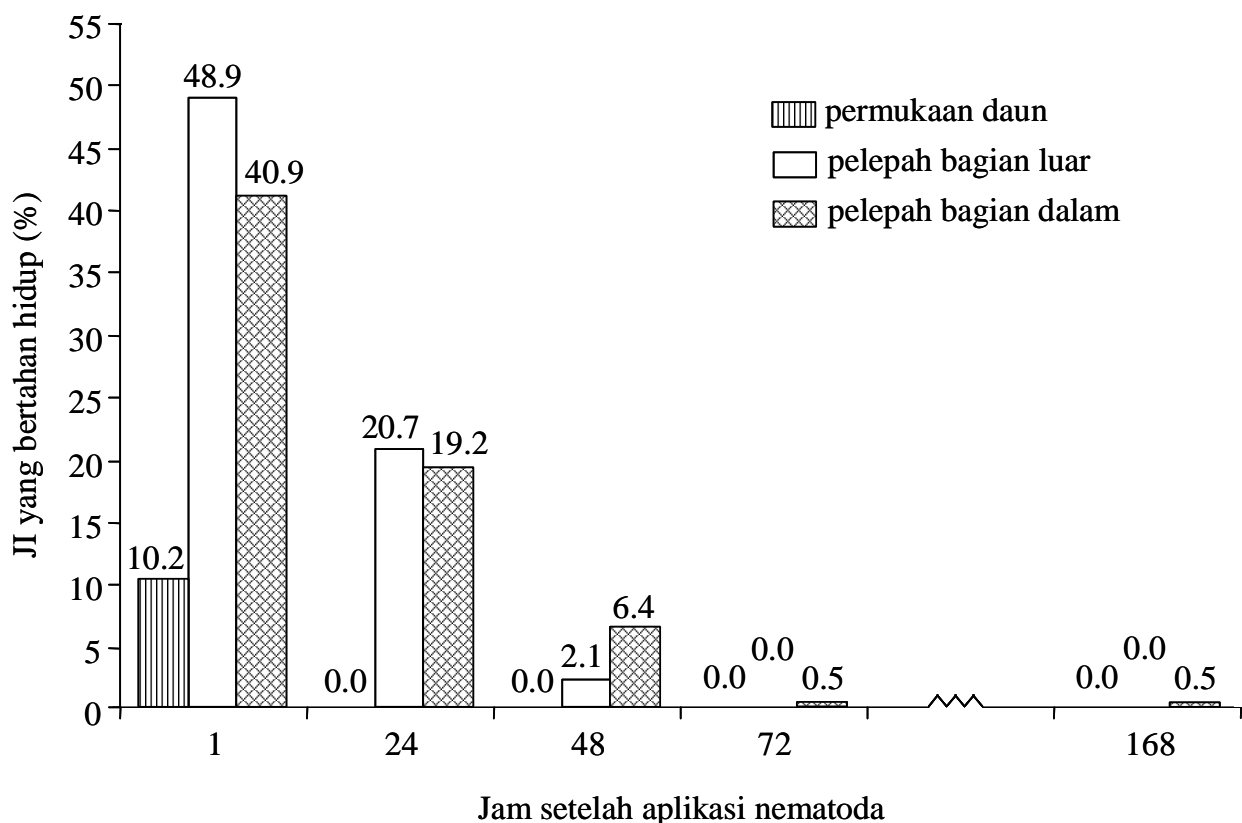
PBPK, tidak berpengaruh terhadap pengurangan gejala serangan PBPK. Penyebab pertama, aplikasi NE dilakukan seminggu setelah infestasi larva penggerek. Pada kurun waktu ini sudah terjadi kerusakan tanaman yang cukup besar, sehingga penggunaan NE tidak lagi dapat menekan gejala kerusakan. Kedua, percobaan hanya dilakukan dalam skala pot di rumah kaca. Larva PBPK diketahui berpindah-pindah tanaman beberapa kali sebelum berkepompong (Kalshoven, 1981). Percobaan skala mikrolot oleh Rao & Rao (1980) membuktikan bahwa aplikasi *S. carpocapsae* DD-136 mampu mengurangi gejala sundep hingga menjadi 5–9% walaupun efektivitas NE tersebut hanya 2–6%. Penyebab ketiga, tanaman sudah melewati fase vegetatif sehingga tidak mampu beregenerasi; dengan jumlah anakan yang relatif tetap persentase kerusakan akan tampak besar. Implikasi praktis dari percobaan rumah kaca ini untuk aplikasi di lapangan ialah NE harus diaplikasikan pada waktu yang tepat, misalnya

pada ambang kerusakan tanaman untuk penyemprotan insektisida (Hendarsih *et al.*, 1997) atau pada fase kritis tanaman terhadap serangan penggerek (Rauf *et al.* 1992), agar diperoleh penekanan kerusakan tanaman yang maksimal.

Kemampuan Bertahan Nematoda Entomopatogen pada Tanaman Padi

Laju penurunan JI *H. indicus* INA H4 hidup pada pelepah daun bagian dalam pada 24 dan 48 JSA lebih lambat, masing-masing 53 dan 68%, bila dibandingkan dengan laju penurunan pada permukaan daun (100%) dan pelepah bagian luar (58 dan 90%; Gambar 1). Bahkan JI hidup dan aktif masih dapat ditemukan pada pelepah bagian dalam hingga hari ke-7 setelah penyemprotan walaupun hanya 0.5%. Sementara itu pada pelepah bagian luar JI hidup tidak dijumpai lagi pada 48 JSA.

Pada ketiak pelepah bagian dalam air biasanya dapat tertampung sehingga dapat menjadi lokasi ideal



Gambar 1. Persentase juvenil infeksi (JI) *Heterorhabditis indicus* INA H4 yang bertahan hidup pada tanaman padi. Rata-rata dari 5 tanaman.

bagi NE menunggu datangnya larva yang akan menggerek. Air juga dapat masuk dan membasahi bagian dalam pelepah sehingga menjadi sarana bergerak nematoda ke dalam batang melalui lubang masuk larva dan mengikuti lorong gerakan mencari serangga sasaran. Pengulangan aplikasi NE, penambahan antidesikan atau bahan pemekat dan penambahan volume air akan dapat mengkompensasi kehilangan nematoda dan memperpanjang masa hidup nematoda pada tanaman (Begley, 1990). Untuk aplikasi di lapangan penyemprotan air pasca aplikasi nematoda tidak diperlukan karena selain tidak praktis, biasanya terjadi kondensasi pada tanaman yang dapat membantu menciptakan lapisan air bebas pada permukaan tanaman.

SIMPULAN DAN SARAN

Kemampuan NE untuk menginfeksi PBPk yang berada dalam batang telah ditunjukkan dalam penelitian ini sehingga NE berprospek baik sebagai musuh alami non-endemik PBPk. *H. indicus* INA H17 merupakan nematoda yang paling efektif di antara 13 NE yang diuji dengan menyebabkan kematian PBPk sebesar 78%. Penurunan gejala kerusakan tanaman akibat aplikasi NE tidak terlihat dalam percobaan skala pot ini. Pelepah bagian dalam batang tanaman padi merupakan lokasi bertahan yang paling baik bagi NE dimana JI hidup masih dapat ditemukan hingga 7 HSA.

Strategi aplikasi NE yang disarankan untuk mendapatkan efektivitas pengendalian PBPk dan pengurangan kerusakan tanaman yang maksimum antara lain 1) mengulangi aplikasi, sebaiknya dengan selang waktu tidak lebih dari 7 hari, 2) menambah antidesikan atau bahan pemekat dan menambah volume semprot untuk memperpanjang masa hidup nematoda, dan 3) mengaplikasikan NE di lapangan pada ambang kerusakan tanaman atau fase kritis tanaman.

SANWACANA

Penghargaan yang sebesar-besarnya kami tujukan kepada Juanda, Tutom dan Tatang atas bantuan di rumah kaca dan kepada C. Vercollino (Biosys, Inc., Illinois, U.S.A.) dan Dr. C. Griffin (National University of Ireland, Maynooth, Ireland) atas sumbangan isolat nematoda introduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bedding, R.A. & L.A. Miller. 1981. Use of a nematode *Heterorhabditis heliothidis*, to control black vine weevil, *Otiorynchus sulcatus*, in potted plants. *Ann. appl. Biol.* 99: 211-216.
- Begley, J.W. 1990. Efficacy against insects in habitats other than soil. Pages 215-231 in: Gaugler, R. & H.K. Kaya, eds. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Boemare, N., C. Laumond, & H. Mauleon. 1996. The entomopathogenic nematode-bacterium complex: biology, life cycle and vertebrate safety. *Biocontrol Sci. and Tech.* 6(3): 333-345.
- Chaerani & C.T. Griffin. 2007. Perbanyakkan massal nematoda entomopatogen *Heterorhabditis indicus* secara *in vivo*. *J. Penel. Pertan.* (in press).
- Chaerani & Waluyo. 1996. Potensi nematoda patogen serangga *Steinernema* dan *Heterorhabditis* (Rhabditida: Steinernematida, Heterorhabditidae) sebagai pengendali hayati hama lanas ubi jalar (*Cylas formicarius*) F. (Coleoptera: Apionidae). Seminar Nasional Pengendalian Hayati Yogyakarta, 25-26 November 1996.
- Chaerani, Y. Suryadi, T.P. Priyatno, D. Koswanudin, U. Rahmat, Sujatmo, Yusuf, & C.T. Griffin. 2007. Isolasi nematoda patogen serangga *Steinernema* dan *Heterorhabditis*. *J. Hama dan Peny. Tumb. Trop.* (in press).
- Georgis, R. & G.O. Poinar, Jr. 1984. Greenhouse control of the black vine weevil *Otiorynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae) by heterorhabditid and steinernematid nematodes. *Environ. Entomol.* 13(4): 1138-1140.
- Georgis, R. & R. Gaugler. 1991. Predictability in biological control using entomopathogenic nematodes. *J. Econ. Entomol.* 84(3): 713-720.

- Griffin, C.T., R. Chaerani, D. Fallon, A.P. Reid, and M.J. Downes. 2000. Occurrence and distribution of the entomopathogenic nematode *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis indica* in Indonesia. *J. Helminthol.* 74(2): 143-150.
- Hendarsih, S. & N. Usyati. 1999. Perangkap feromon seks untuk pengendalian penggerek batang padi kuning. *J. Perlind. Tan. Ind.* 5(2): 77-82.
- Hendarsih, S., N. Usyati, & A. Rahayu. 1997. Hubungan hasil tangkapan perangkap seks feromon dengan tingkat serangan batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas* Wlk). Prosiding Seminar Nasional PEI, Bogor, 8 Januari 1997.
- Jansson, R.K., S.H. Locrone, R. Gaugler & G.C. Smart, Jr. 1990. Potential of entomopathogenic nematodes as biological control agents of sweetpotato weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 83(5): 1818-1826.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *Pests of crops in Indonesia*. PT Ichtiar Baru van Hoeve. Jakarta.
- Kaya, H.K. & R. Gaugler. 1993. Entomopathogenic nematodes. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 181-206.
- Kearsey, M.J. & H.S. Pooni. 1996. *The Genetical Analysis of Quantitative Traits*. Chapman & Hall. London.
- Khan, Z.R., J.A. Barrion, F.F.D. Villaneuva, N.J. Fernandez, & L.D. Taylo. 1991. *World bibliography of rice stem borers 1794-1990*. IRRI & ICIPE.
- Lisnawita, M.C. Tobing, D. Bakti, & I. Safni. 2000. Potensi *Steinernema carpocapsae* Weiser untuk pengendalian hayati *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea*). *J. Penel. Pertan.* 21(2): 89-94.
- Mannion, C.M. & R.K. Jansson. 1993a. Infectivity of five entomopathogenic nematodes to the sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (F.), Coleoptera: Apionidae) in three experimental arenas. *J. Invertebr. Pathol.* 62(1): 29-36.
- Mannion, C.M. & R.K. Jansson. 1993b. Within-root mortality of *Cylas formicarius* (Coleoptera: Apionidae) by entomopathogenic nematodes. *J. Econ. Entomol.* 86(3): 722-729.
- Molyneux, A.S., R.A. Bedding, & R.J. Akhurst. 1983. Susceptibility of larvae of the sheep blowfly, *Lucilia cuprina* to various *Heterorhabditis* spp., *Neoaplectana* spp., and an undescribed steinernematid (Nematoda). *J. Invertebr. Pathol.* 43(1): 1-7.
- Payne, R.W., S.A. Harding, D.A. Murray, D.M. Soutar, D.B. Baird, S.J. Welham, A.F. Kane, A.R. Gilmour, R. Thompson, R. Webster, & G.T. Wilson. 2002. GenStat® for Windows™ 6th Edition. Oxford, VSN International.
- Rao, Y.R.V.J. & Y.S. Rao. 1980. Suitability tests with indigenous and exotic natural enemies on *Chilo auricilius* Dugn. in the laboratory. *Indian J. Agric. Res.* 14(3): 169-179
- Rao, Y.R.V.J., P.S.P. Rao, A. Varma, & P. Israel. 1971. Tests with an insect parasitic nematode DD-136 (Nematoda: Steinernematidae) against the rice stem borer, *Tryporyza incertulas* Walker. *Indian J. Entomol.* 33(3): 215-217
- Rauf, A., I.W. Winasa, R. Anwar, A. Tarigan, & J. Lestari. 1992. Kajian beberapa teknik pengendalian penggerek batang padi putih *Scirpophaga innotata* (Lepidoptera: Pyralidae). Seminar Hasil Penelitian Pendukung Pengendalian Hama Terpadu, Cisarua, 7-8 September.
- Ring, D.R. & H.W. Browning. 1990. Evaluation of entomopathogenic nematodes against the Mexican rice borer (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Nematol.* 22(3): 420-422
- Schroeder, W.J. & J.B. Beavers. 1987. Movement of the entomogenous nematodes of the families Heterorhabditidae and Steinernematidae in soil. *J. Nematol.* 19(2): 257-259.
- Soejitno, J. 1991. Bionomi dan pengendalian hama penggerek padi, halaman 713-716 dalam:

- Soenarjo, E., D.S. Damarjati, & M. Syam eds. *Buku Padi 3*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Soejitno, J., I.M. Samudra & D. Kilin. 1994. Kajian Ketahanan Penggerek Padi Putih, *Scirpophaga innotata* Walker terhadap Insektisida Karbofuran. *Penelitian Pertanian* 14(2): 78-83.
- Yulensri, T. Santoso, A. Rauf, & Chaerani. 2001. Uji keefektifan nematoda entomopatogen *Heterorhabditis indicus* dan *Steinernema riobris* terhadap hama pengorok daun *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). Simposium Pengendalian Hayati Serangga, Sukamandi, 14-15 Maret 2001.